

Management course for civil engineers

Email : youssuf.elfarmawy@gmail.com

Facebook : [@youssuf.elfarmawy@live.com](https://www.facebook.com/youssuf.elfarmawy)

Phone : 01112550515

Website : youssufelfarmawy.wordpress.com

لا تنسونا صالح الدعاء

Planning & Scheduling for Construction projects

2

Work breakdown structure (W.B.S) :

هو تقسيم المشروع إلى مجموعة من الأعمال بحيث يمر المشروع على مراحل مُنتظمة حتى الوصول للصورة المطلوبة للمشروع.

Example :

مطلوب بناء مبني مُكوّن من دور أرضي و 3 أدوار مُتكررة ؟

تكون هُنا أول مرحلة مثلاً عمل جاسات للتربة ثم صب الأساسات ثم الدور الأرضي فالأول و الثاني و الثالث ، ثم بعد ذلك ندخل مرحلة جديدة مُتقدمة في المشروع مثل أعمال التشطيبات و هكذا حتى الوصول للصورة المُصمّم عليها المبني .

1- Bar chart .

2- Precedence diagram .

3- Arrow diagram .

> Bar Chart

3

> -Important definitions :

> Activity :

> هو أي بند من بنود المشروع مثل ((بند النجارة – بند المحارة – بند البياض)) .

Critical activity :

هو البند الذي إذا تأخر يؤدي لتأخير المشروع .

Non critical activity :

هو البند الذي إذا تأخر لا يؤخر من المشروع .

Duration :

هي الفترة الزمنية التي يستغرقها إتمام البند .

Predecessor ((Depend on)) :

أي أن هذا البند يعتمد على بند آخر و بالتالي لن يبدأ مثلاً إلا إذا أنتهى بند آخر
فمثلاً أعمال المحارة لن تبدأ إلا بعد الإنتهاء من بناء الحوائط بالطوب الأحمر .

> Estimated cost :

هي تكلفة البند ، و قد تكون هذه التكلفة خلال إسبوع أو شهر أو خلال المشروع كله حسب المُعطى .

> Resources :

هي موارد المشروع مثل عمالة – مواد بناء

Example :

Activity	Duration	Predecessor *depend on*	Estimated cost per activity	Resources	
				N	Min
A	2	--	10,000	4	4
B	3	A	12,000	6	3
C	6	A	12,000	18	18
D	5	A	15,000	15	10
E	1	B,C	5,000	3	3
F	6	D,E	18,000	6	6

- ▶ 1- Draw the bar chart for this project .
- ▶ 2- Draw early time histogram .
- ▶ 3- Level the no. of crews to no more than 36 crews per week & histogram your solution .
- ▶ 4- Draw cash flow diagram ((cash in & cash out)) .in this project if the indirect cost is estimated as 1000 \$ per week & the profit margin = 10% & the periodic payments are received one month billing .

Solution :

1- Draw the bar chart of the project .

المطلوب هنا رسم علاقة بين و البنود لذلك يجب من الجدول السابق دراسة حالة كل بند متى سيبدأ و متى ينتهي و هل يعتمد على بنود أخرى أم لا ، لذلك سيتم تحليل الجالوقت دول السابق لكل بند .

ACTIVITY A :

مُعطى أن مدته أسبوعين و لا يعتمد على أي بند آخر لذلك هو بداية المشروع مثلاً قد يكون عمل الأساسات ، و تكلفته 10,000 جنيه ، و يحتاج من موارد المشروع و التي هي هنا أطقم عمل في العادي 4 و عند ضغط العمل أقل عدد ممكن من الأطقم هو 4 أيضاً .

▶ Activity B :

▶ مُعطى أن مدته 3 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أولاً حتى يُمكن البدء في البند B ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الأسبوع الخامس .

▶ Activity C :

▶ مُعطى أن مدته 6 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أولاً حتى يُمكن البدء في البند C ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الأسبوع الثامن .

Activity D :

مُعطى أن مدته 5 أسابيع و يعتمد على البند A أي أنه يجب أن ينتهي البند A أولاً حتى يُمكن البدء في البند D ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثاني حتى الأسبوع السابع .

Activity E :

مُعطى أن مدته أسبوع واحد و يعتمد على البند B&C أي أنه يجب أن ينتهي البند B&C أولاً حتى يُمكن البدء في البند E ، و يُلاحظ أن البند B انتهى بعد 5 أسابيع أما البند C أنتهى بعد 8 أسابيع ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع الثامن حتى الأسبوع التاسع .

Activity F :

مُعطى أن مدته ستة أسابيع و يعتمد على البند D & E أي أنه يجب أن ينتهي البند D & E أولاً حتى يُمكن البدء في البند F ، و يُلاحظ أن البند D أنتهى بعد 7 أسابيع أما البند E أنتهى بعد 9 أسابيع ، لذلك سيتم البدء في هذا البند من الأسبوع التاسع حتى الأسبوع الخامس عشر .

How to compare between Critical & Non critical activity ?

7

Activity A :

نلاحظ أنه إذا تأخر سوف يؤخر من بدء البنود التي تعتمد عليه B,C&D لذلك يعتبر هذا البند Critical

Activity B :

نلاحظ أن هذا البند يعتمد عليه البند E ، لكن البند E يعتمد على البند B & C و كما ذكرنا فإن البند C هو الذي ينتهي بعد الإِسبوع الثامن ، و بالتالي هناك سماحية لتحريك أو مد أو تأخير البند B بشرط أن ينتهي قاصى حد عند الإِسبوع الثامن الذي ينتهي عنده البند لذلك يُعتبر البند C ، لذلك فإن البند B يُعتبر بند Non critical

Activity C :

كما ذكرنا في البند السابق فإن البند C هو الذي يعتمد عليه البند E ، لذلك فإن البند C يُعتبر بند Critical

Activity D :

البند D يعتمد عليه البند F ، و لكن البند F يعتمد على كل من D & E لذلك لن يبدأ إلا إذا أنتهى البندين D & E معًا ، لذلك نجد أن البند E هو الذي ينتهي عند الإِسبوع التاسع ، لذلك يُعتبر البند D بند Non critical ، حيث يكون مسموح له بالحركة أو التمدد خلال الفترة من أسبوعين إلى 9 أسابيع أي حتى بداية البند F لأن البند F يعتمد عليه .

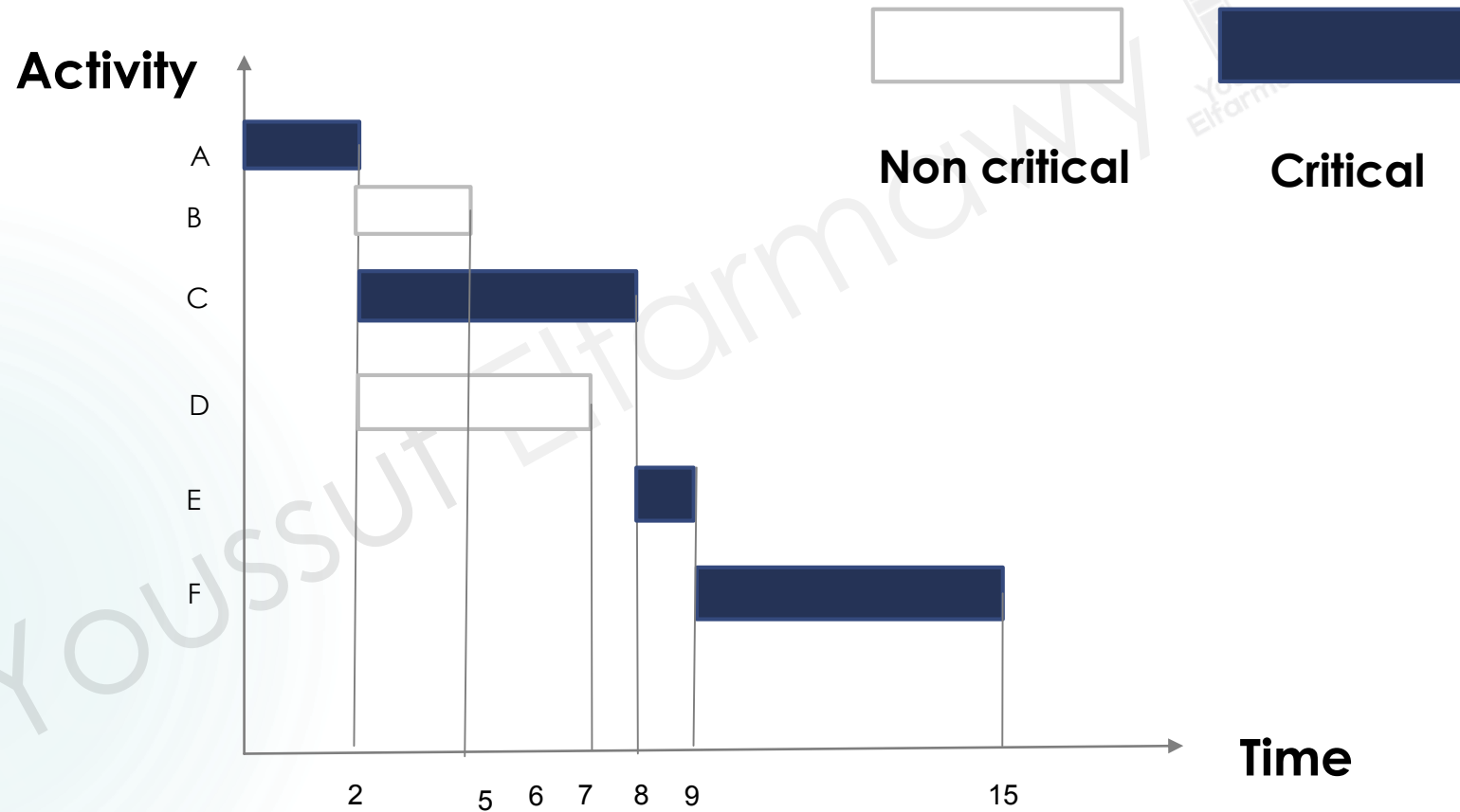
Activity E :

البند E يعتمد عليه البند F ، و بالتالي لن يبدأ البند F إلا إذا انتهى البند E ، لذلك أي تأخير في البند E مما يؤخر من بدء البند F مما يؤخر من زمن المشروع ، لذلك يُعتبر البند E بند Critical

Activity F :

البند F هو آخر بند في المشروع ، و بالتالي ليس هناك أي بنود بعده ، لذلك فإن أي تأخير في هذا البند يؤخر من المشروع ، لذلك يُعتبر البند F بند Critical

8

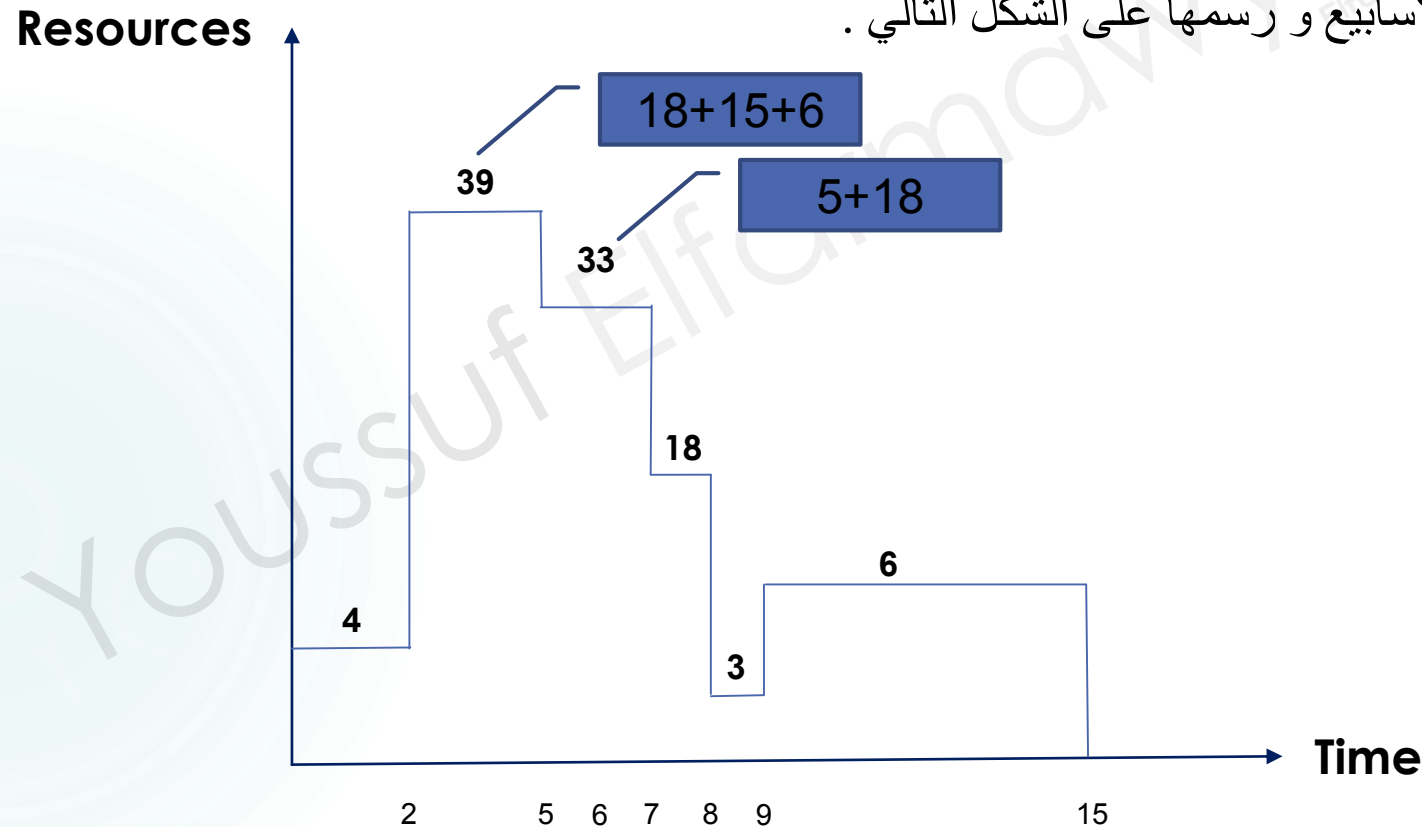


Bar chart

2- Draw Early time histogram :

أي المطلوب رسم علاقة بين Resources و هي عدد أطقم العمال المطلوبة في كل إسبوع و الموجودة بالجدول بالرمز N و ذلك بتجميع عدد الأطقم المطلوبة لكل البنود التي تعمل في كل إسبوع .

فمثلاً الإِسبوع الثالث نجد B & C & D يُنفِذان معاً في الإِسبوع الثالث و يحتاجوا عدد أطقم عمل بمجموع $6+18+15=39$ و هكذا يتم حساب عدد الأطقم لكل الأسابيع و رسمها على الشكل التالي .



Early time histogram

3- Level the no. of crews to no more than 36 crews per week & histogram for your solution :

المُعطى هنا أنا الشركة لن تستطيع أن توفر أكثر من 36 طقم عمل في أي أسبوع ، لذلك يجب عمل ما يُسمى بـ Levelling حتى أجعل عدد الأطقم لا يزيد عن 36 طقم في الأسبوع .

المُشكلة موجودة في الفترات التي بها عدد الأطقم في الأسبوع أكثر من 36 ، و نلاحظ وجود هذه المُشكلة في الأسبوع الثاني و الثالث و الرابع و الخامس حيث أن عدد الأطقم المطلوبة بها 39 طقم أسبوعياً و هذا يزيد عن طاقة الشركة التي توفر 36 طقم عمل فقط

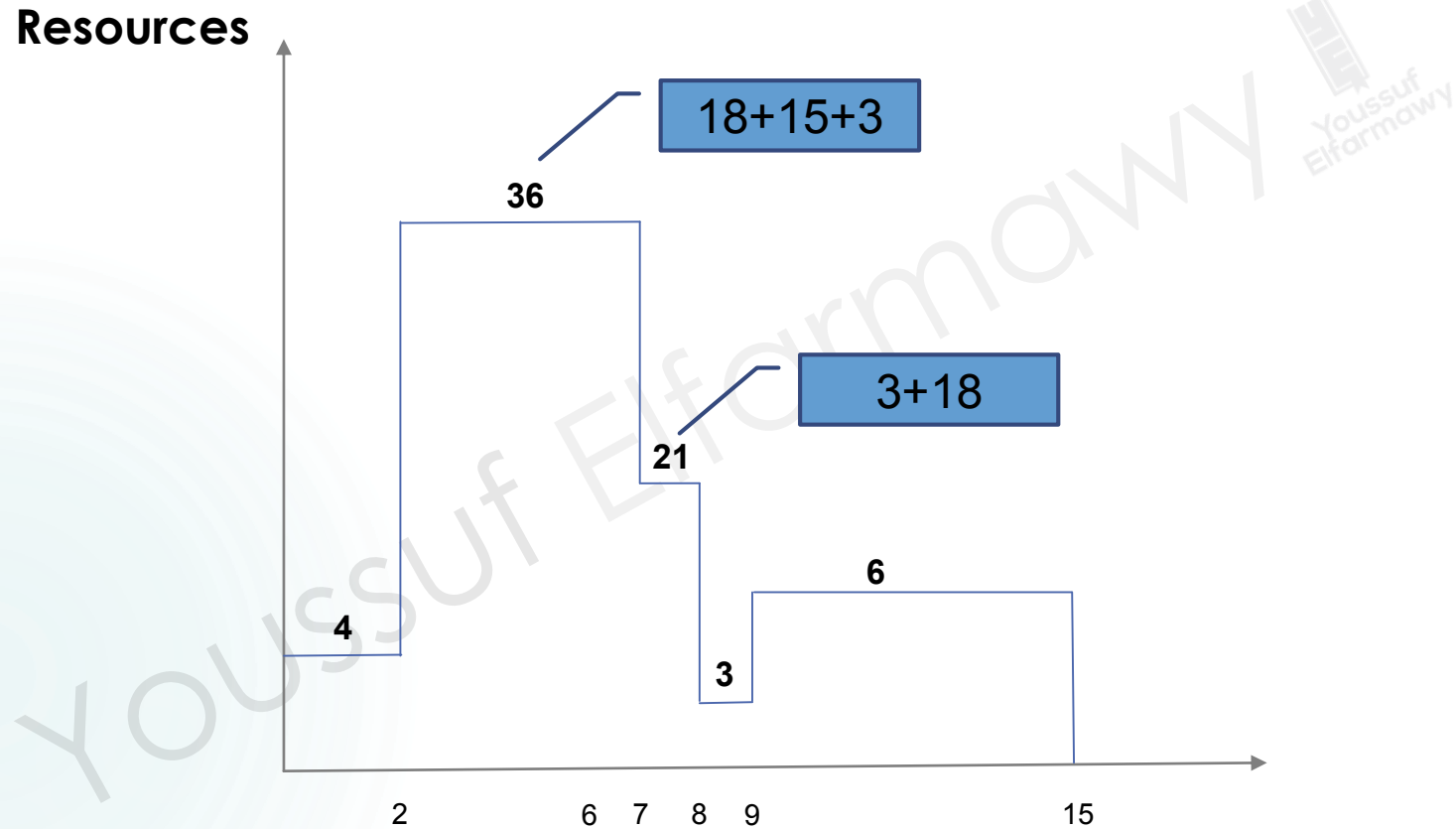
لذلك يجب إستغلال Non critical activities حيث أنها البنود القابلة للحركة و التأخير أو المدّ لأنها لا تؤثر على تأخر المشروع .

- ▶ فمثلاً البند B هو بند Non critical لذلك من الممكن أحرك هذا البند أو أمدّه مع الأخذ في الاعتبار أقل عدد أطقم من الممكن أن تتوافر في نفس الوقت
- ▶ فالبند B كما مُعطى في الجدول يُمكن أن يقل عدد الأطقم إلى 3 أطقم فقط في نفس الوقت ، و هذا البند مسموح له أن يتأخر أو يمتد حتى الأسبوع الثامن كما ذكرنا ، لذلك نُجرب أن نستخدم 3 أطقم عمل فقط لمدة 6 أيام و بالتالي العدد الكلي للأطقم ظلّ كما هو 18 طقم ، كُل ما حدث أن عدد الأطقم قلّ من 6 إلى 3 فقط و بالتالي زادت فترة العمل لمدة 6 أسابيع بدلاً من 3 أسابيع لكن في النهاية ظلّ المجموع ثابت و هو 18 طقم ، و هذا التعديل ساعد على تقليل عدد أطقم العمل إلى 36 في الفترة التي كانت بها المُشكلة في الأسبوع الثاني و الثالث و الرابع و الخامس ، و المطلوب الآن رسم Histogram بعد هذا التعديل .

لذلك سيتم رسم نفس المطلوب السابق و لكن مع إجراء التعديل الذي يجعل عدد الأطقم لا يزيد عن 36 في أي وقت .

Histogram after Levelling :

11



Histogram after Levelling

4- Draw cash flow diagram (Cash in & Cash out) in this project if the indirect cost is estimated as 1000\$ per week & profit margin = 10% & the periodic payments are received one month billing .

يجب أولاً معرفة معنى كل من Cash in & Cash out

► **Cash out :**

Direct & Indirect cost هي مصاريف التكلفة الفعلية التي يدفعها المقاول كتكلفة إنشاء فقط دون أن يحسب أرباحه و هي تُساوي

► **Cash in :**

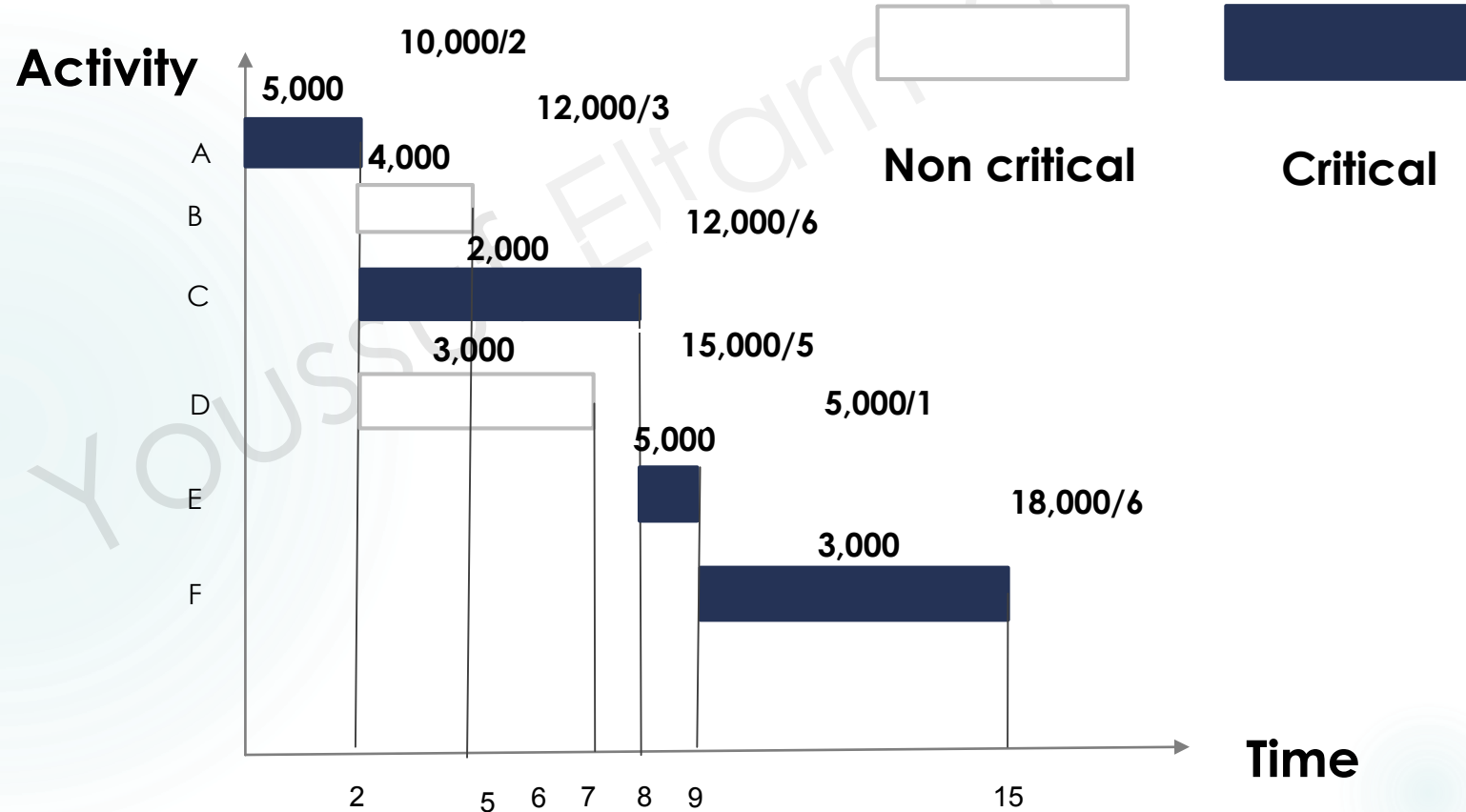
هي المصاريف التي يدفعها المقاول كمصاريف إنشاء بالإضافة إلى أرباحه و بالتالي

$$\text{Cash in} = \text{Cash out} * (\text{Profit margin}\% + 1)$$

و في هذا المثال ذكر أن المقاول يدفع من ماله على المشروع ، و بعد شهر يُرسل المالك الشيك إلى المقاول بالأموال الخاصة بالشهر الذي دفعه المقاول ، و هذا الشيك يكون Cash in أي شاملاً التكلفة + الأرباح .

سوف يتم رسم علاقة بين التكلفة و الزمن ، و سيتم رسم منحنيين ، الأول خاص بالـ Cash out و الثاني خاص بالـ Cash in سيتم رسم منحنى الـ Cash out كل شهر ((4 أسابيع)) و يشمل الـ Direct & Indirect cost ، بالنسبة للـ Direct cost و الذي يمثل تكلفة البند ، ثم أرسم منحنى الـ Indirect cost و هو رقم ثابت و مُعطى \$1000 شهريًا .

نبدأ أولاً برسم Cash out ، فأحتاج إلى رسم Bar chart عليها التكلفة الخاصة بكل بند ((أضع فوق كل بند التكلفة الإجمالية له))



نبدأ الآن برسم مُنحني Cash out و ذلك بتحديد قيمة التكلفة كُل شهر و توقيع نقاط التكلفة لرسم المُنحني .

Time	Cash out = direct + indirect cost
@ t = 0	0
@ t = 4	$5000*2 + 4000*2 + 2000*2 + 3000*2 + 1000*4 = 32,000$
@ t = 8	$32,000 + 4000*1 + 2000*4 + 3000*3 + 1000*4 = 57,000$
@ t = 12	$57,000 + 5000*1 + 3000*3 + 1000*4 = 75,000$
@ t = 15	$75,000 + 3000*3 + 1000*3 = 87,000$

$$\text{Indirect Cost} = 1000\$ * \text{Duration}$$

يظهر على شكل مُنحني
مُتغير كل شهر.

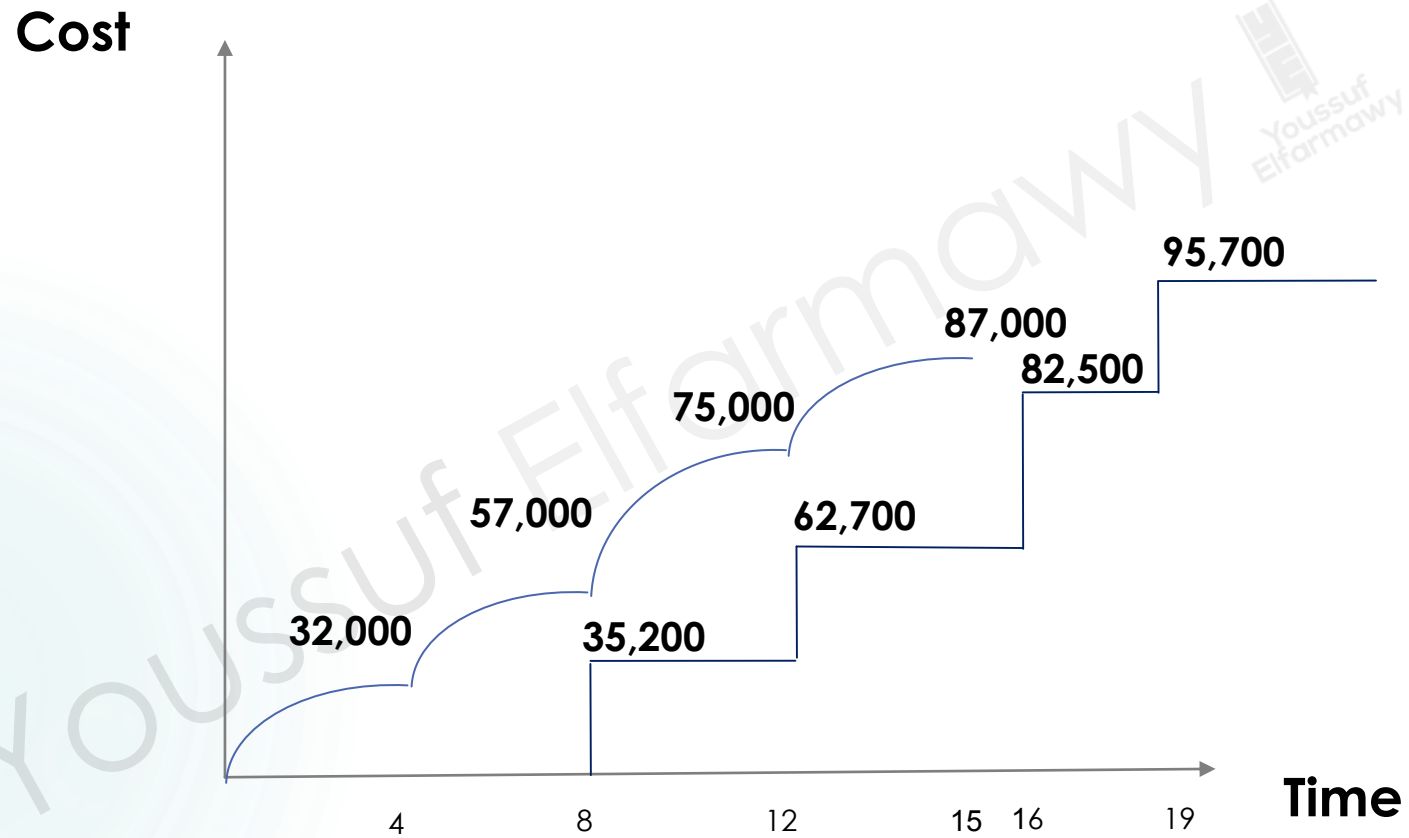
▶ نبدأ الآن برسم مُنحني Cash in و هو يشمل التكلفة بالإضافة إلى أرباح المقاول ، و من المُعطى أن المُقاول حدّد لنفسه أرباح 10 %

$$\text{Cash in} = \text{Cash out} * (\text{Profit margin}\% + 1) = \text{Cash out} * 1.1$$

لذلك تكون مُعادلة حساب Cash in كالتالي ..

Time	Cash in = Cash out * 1.1
@ t = 0	0
@ t = 4	0
@ t = 8	$32,000 * 1.1 = 35,200$
@ t = 12	$57,000 * 1.1 = 62,700$
@ t = 15	$75,000 * 1.1 = 82,500$
@ t = 19	$87,000 * 1.1 = 95,700$

يظهر على شكل درجات
السلم .



Cash flow diagram ((Cash in & Cash out))

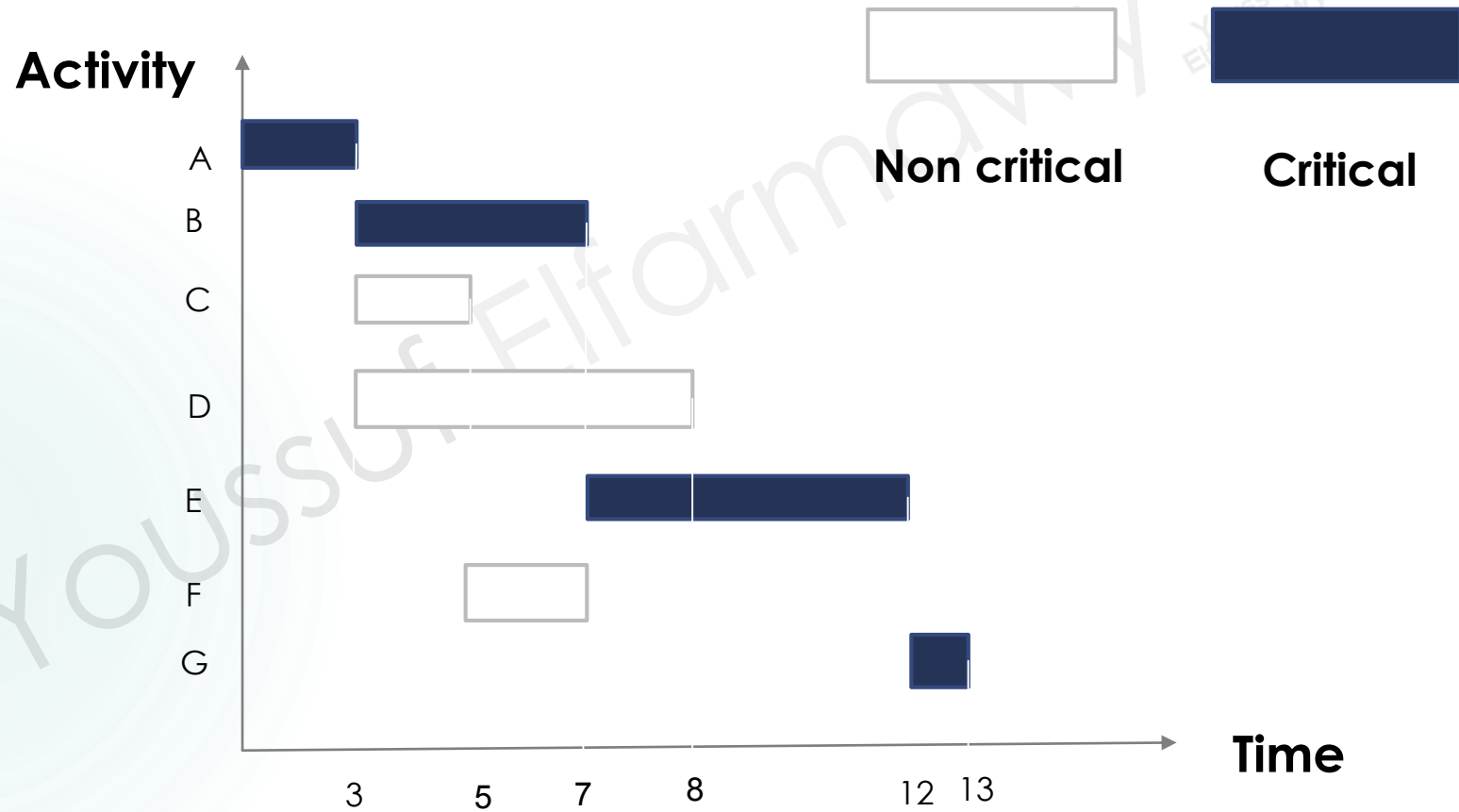
The following table shows the logic & duration for activities of a construction project .

The required resources are given in that table .

Activity	Duration	Dependences	Resources req.	
			1	2
A	3	-	6	1
B	4	A	3	1
C	2	A	4	1
D	5	A	5	1
E	5	B & C	3	1
F	2	C	4	1
G	1	E & F & D	7	1
Max no.			8	2

A- Draw the Bar-chart diagram for that project .

نرسمه بنفس الطريقة التي تم شرحها من قبل ...



Bar chart

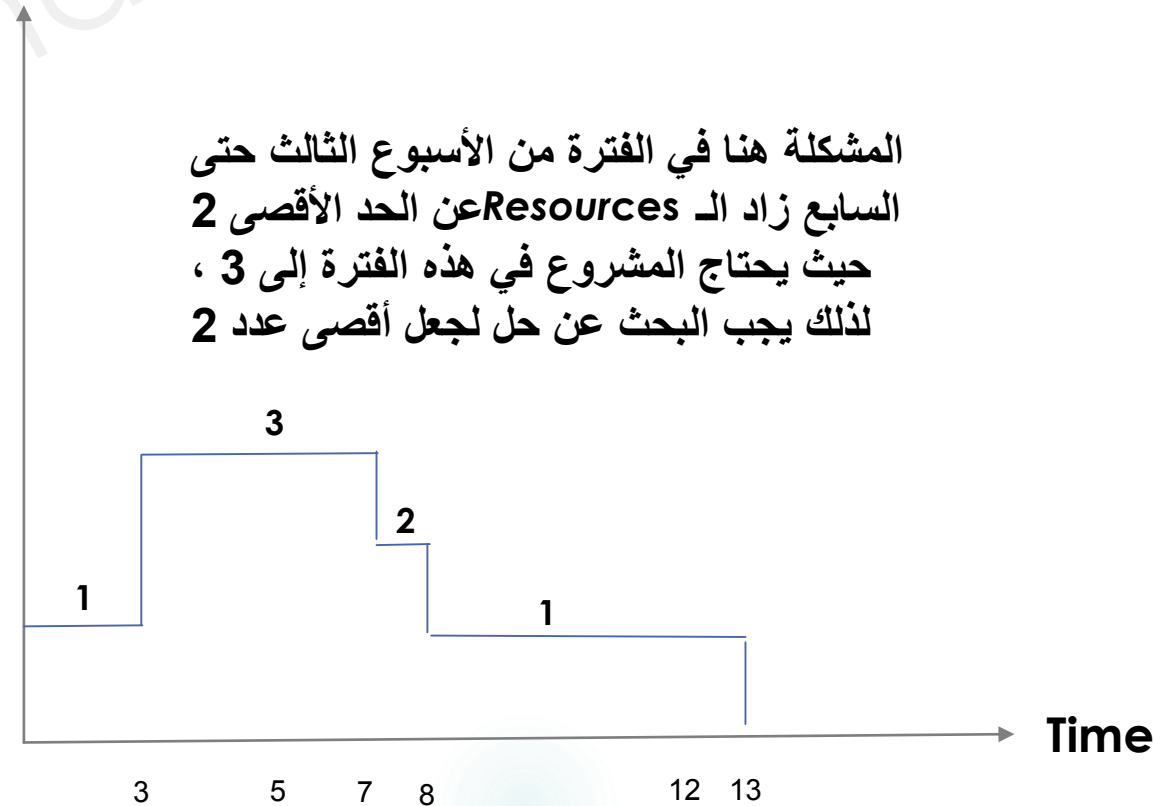
B- Allocate the given resources (1 & 2) to the activities such that no delay are permitted In the total project completion within the max. available resources .

سنحتاج هنا لرسم Early time histogram لمعرفة المناطق التي يزداد فيها عدد الـ Resources عن القيمة الـ Max له .

Resources 1



Resources 2



يجب تجربة إجراء التعديل بالنسبة للبنود Non critical
فهنا مثلاً تم تجربة البند **C** لكنه لم يُعالج المشكلة لذلك
اتجهنا للبند **D** فتم حل المشكلة عن طريقه
و إذا كان فشل سنجرّب البند **F** أو أي بند
آخر Non critical

سنبدأ الآن في إجراء تعديل بأحد البنود **Non critical** لأنه إذا تحرك لا يؤخر من المشروع .

و بالتالي البنود التي سنفكر بها هي **B Or D Or F** لأنها بنود **Non critical** .

فلو فكّرنا في البند **D** مثلاً نجد أنه يعتمد عليه البند **G** فقط و بالتالي من الممكن أن يتم تحريكه بحيث ينتهي كأقصى زمن عند بداية البند **G** أي عند الأسبوع الـ 12 و ذلك حتى لا يتأخر البند **G** و بالتالي يؤخر من زمن المشروع .

و بالتالي البند **D** من الممكن أن يصل حتى الأسبوع الـ 12 و كان مُعطى أن زمن تنفيذه 5 أسابيع لذلك سنجعله يبدأ من الأسبوع الـ 7 و ينتهي عن الأسبوع الـ 12 و بهذا الحل لم يحدث أي تأخير ي زمن المشروع الكلي ، لكن يجب أن نُجرّب هل هذا الحل سيصلح لتقليل الـ **Resources** بحيث لا تزيد عن الـ **Maximum** للـ **Resources 1 & 2** أم لا و ذلك برسم **Early time histogram** جديد بعد هذا التعديل .

